

УДК 621.9.042

О.І. Онкалюк, студент гр.ПБ-71мп, Антонюк В.С., д.т.н., професор
КПІ ім. Ігоря Сікорського

ФОРМУВАННЯ ЗОНИ КОНТАКТУ ЗУБЧАСТОЇ КОНІЧНОЇ ПЕРЕДАЧІ З КРУГОВИМ ЗУБОМ

Анотація: Проаналізовано види похибок формоутворення плями контакту зубчастого конічного зачеплення колеса з круговим профілем зуба та причини їх виникнення.

Показано, що пляма контакту зубчастого зачеплення є важливим фактором, що впливає на якість передачі крутного моменту та розподілення навантажень в механізмах і редукторах трансмісій транспортних засобів різного призначення.

Локалізація площадки контакту по висоті зубчастого колеса з круговим зубом зменшує надмірне спряження зубців і забезпечує малу ймовірність виникнення похибок при складанні зубчастої пари.

Ключові слова: конічна передача, шестерня з круговим зубом; пляма контакту, напруження.

ВСТУП

Зубчасті конічні колеса з круговим зубом передають великі навантаження при високих швидкостях зберігаючи при цьому плавність і безшумність роботи, тому вони часто використовуються в авіаційній та автомобільній промисловості.

Як показав досвід виготовлення та експлуатації редукторів з конічними передачами, які використовуються для трансмісії у різних сферах промисловості, важливим фактором для отримання високих показників надійності конічних коліс з круговим зубом є забезпечення необхідної площі плями контакту зубчастого зачеплення [1-5].

Пляма контакту є комплексним показником повноти контакту зубчастих коліс при їх зачепленні. При незадовільному вирішенні питання локалізації плями контакту можливі раптові поломки зубців, а також удари при надмірному спряженні, що викликають підвищений шум. Однак правильне її розташування призводить до зниження навантаження на передачі та забезпечує довговічність роботи механізму [6-7].

Як показав аналіз корекції геометрії зубців і зачеплення передачі головного редуктора ВР-28 гелікоптера МІ-28 конічна передача з круговим зубом в цілому сприяла покращенню передачі навантаження в редукторі за рахунок зміни плями контакту та форми зубців [1].

Тому, дослідження формоутворення плями контакту зубчастої конічної передачі з круговим зубом та причин виникнення тих чи інших відхилень є актуальним.

ОГЛЯД ПОПЕРЕДНІХ РОБІТ

Аналіз ефектів кривизни контакту зубчастих коліс показав можливості значного збільшення несучої здатності зубчастих зачеплень із зубцями різного профілю [4].

Номінально зубчаті колеса мають початково лінійний дотик, за величиною радіусу кривизни контактуючих тіл, що найчастіше перевищує ширину плями контакту, а контактна міцність залежить головним чином від напружень в зоні контакту [4,7].

Причиною виходу зубчастої передачі з ладу в результаті викришування зубців є контактні навантаження і пов'язані з ними дотичні напруження під площадкою контакту.

Однак пружні тіла, незалежно від їх номінальної геометрії, фактично мають кінцеві розміри і початковий точковий дотик, а в навантаженому стані вони взаємодіють з деякою відмінною від постійного значення шириною площадки контакту [6].

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

В роботі проведені дослідження конічних шестерень з круговим зубом хвостового редуктора гелікоптера.

Особливість профілювання зубонарізних інструментів і вибору правильного налагодження верстатів для конічних зубчастих коліс з круговим зубом, полягає в тому, що для забезпечення заданого рівня точності передачі обертання не існує однієї, теоретично бажаної пари поверхонь, до якої слід було б прагнути [2, 8].

Фінішну обробку конічної шестерні з круговим зубом здійснювали на контрольно-обкатному верстаті в зачепленні з зубчастим колесом.

Шестерню розміщували на валу, закріпленому в патроні і надавали обертовий рух в зачепленні з зубчастим колесом, яке в свою чергу служить інструментом для припрацювання зубців шестерні, при цьому зубчасте колесо обертається на валу з підшипниками і здійснює зворотно-поступовий рух по всій довжині зубців шестерні.

Припрацювання зубчастої пари відбувається із використанням абразивної пасти КТ. На початку обробки використовують зерно (60-40 мкм), а на фінішній операції його замінювали на більш дрібне (6-4 мкм).

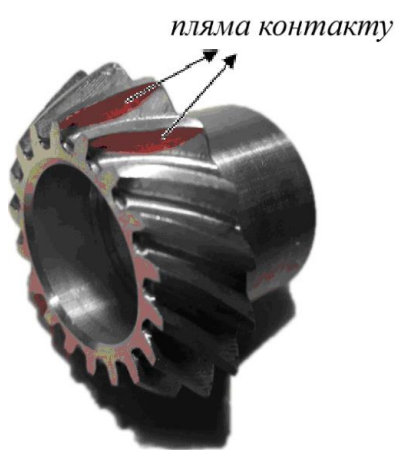


Рисунок 1. Конічна шестерня з круговим зубом з плямою контакту

Для отримання відбитка плями контакту бічні поверхні зубців конічного колеса змащують тонким шаром фарби (барвником з невеликою кількістю рідкого мінерального мастила).

По закінченню циклу припрацювання шестерні з круговим зубом, виконували контроль величини плями контакту.

На рисунку 1 зображена конічна шестерня з круговим зубом з плямою контакту після фінішної обробки.

Як показав аналіз плям контакту у конічних шестерень з круговим зубом виникають найбільш поширені види похибок розміщення плям, а саме: розміщення при вершині зуба (а); надто близько до ніжки зуба (б); з розривом по висоті зуба (в); з розривом по довжині зуба (г) (Рисунок 2).

Уникнути значних похибок у процесі формоутворення площадки контакту конічних коліс з круговим профілем зуба можна за рахунок правильного вибраного способу нарізання зубців та підбору різального інструменту [9].

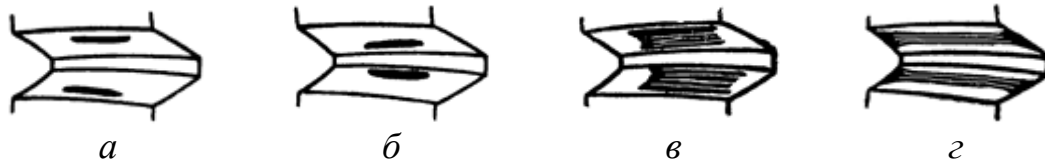


Рисунок 2. Типові види похибок розміщення плями контакту на зубцях конічних зубчастих коліс: при вершині зуба (а); близько до ніжки зуба (б); з розривом по висоті зуба (в); з розривом по довжині зуба (г)

Якщо розміри плями і похибки положення невеликі, то величину цих похибок можна визначити зміною осьової установки і гіпоїдного зміщення шестерні на контрольно-обкатному верстаті. Зміна осьової установки шестерні, призводить до зміни положення зони торкання по висоті зуба, а зміна гіпоїдного зміщення шестерні - в основному до зміни положення зони дотику по довжині зуба [6].

Спряженість поверхонь зубів та регулювання площадки контакту можна здійснити за рахунок правильно підібраних технологічних параметрів, що обумовлені функціональним призначенням зубчастої передачі [3].

На практиці регулювання положення, розмірів і напрямки зони дотику проводять шляхом повторного нарізання відповідної сторони зуба шестерні з внесенням поправок в наладку зуборізного верстата або зміною параметрів інструменту [6].

Правильне розміщення плями контакту конічної шестерні з круговим зубом, що працює при повному навантаженні у зібраному редукторі гелікоптера, повинно становить не менш як 90% площі зуба і мати невеликий відрив від головки та ніжки зуба, а також від зовнішнього та внутрішнього його торця.

В результаті обробки конічної шестерні з круговим зубом запропонованим методом припрацювання в зачепленні з зубчастим колесом, з використанням зворотно-поступового руху по всій довжині зубців шестерні отримано величину плями, яка становила 90% площі зуба.

ВИСНОВОК

Проаналізовано види похибок формоутворення плями контакту зубчастого зачеплення колеса з круговим зубом та причини їх виникнення.

Запропоновано технологічну схему контролю плями контакту конічної шестерні з круговим зубом.

Показано, що пляма контакту зубчастого зачеплення є важливим фактором, що впливає на якість передачі крутного моменту та розподілення навантажень в механізмах та редукторах трансмісій транспортних засобів різного призначення.

Локалізація площадки контакту по висоті зубчастого колеса з круговим зубом зменшує надмірне спряження зубців і забезпечує малу ймовірність виникнення похибок при складанні зубчастої пари.

Забезпечення необхідної плями контакту пари коліс з круговим зубом по ширині та по висоті на поверхнях зубців є актуальним і вимагає детального дослідження.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Журавлев Г.А. Прогрессивные зубчатые передачи на базе фундаментальных эффектов прочности/Г.А. Журавлев, А.А. Кучинский, Р.В. Новиков// Журнал наука и транспорт – 2007 – С.36-38.
2. Ковальов В. Д. Новітні технології виготовлення зубчастих коліс для важкого машинобудування / В. Д. Ковальов , Я. В. Васильченко, В. С. Антонюк, Волошин О. І., О. В. Статкевич, С. О. Іванов, О. О. Клочко, С. В. Рябченко // Оборудование и инструмент для профессионалов 2017. №3 –С.76-77.
3. Ковальов В.Д. Впровадження інноваційних технологій виготовлення крупногабаритних редукторів важкого машинобудування / В. Д. Ковальов , Я. В. Васильченко, В. С. Антонюк, Волошин О. І., О. В. Статкевич, С. О. Іванов, О. О. Клочко, С. В. Рябченко // Промышленность в фокусе. Харьков – 2018 № 6 (67)– С. 40-41.
4. Петренко А.Ф. Исследование контактных напряжений в зацеплении зубчатой передачи/ А.Ф. Петренко, Д.Е. Бурлакова, В.Н. Савенков// Вестник Донецкого Национального Технического Университета – 2010 – С.25-27.
5. Попов А.П. Контактная прочность зубчатых передач с учетом влияния перекосов зубьев / А.П. Попов, А.И. Мироненко, Савенков О.И.// Проблемы механического привода – 2016 – Вестник НТУ «ХПИ» - №23 – С.121-125.
6. Внуков Ю.Н., Павлюченко И.Н. Моделирование процесса нарезания конических колес с круговым зубом. // Резание и инструмент в технологических системах. – Харьков: НТУ "ХПИ". – 2002. – Вып.62.– С.24-29.
7. Внуков Ю.Н., Павлюченко И.Н., Клименко В.Ю. Моделирование процесса обработки зубчатых конических колес с круговым зубом на ЭВМ // Машинобудування України очима молодих: прогресивні ідеї – наука - виробництво. – Суми: СумДУ. – 2001.– С.63-64.
8. Волков А.Э. Повышение эффективности моделирования процессов формообразования и анализ работы конических и гипоидных передач на стадии подготовки производства. Автореферат дис. д-ра техн. наук.-М.:2001.
9. Рябченко С.В., Клочко А.А., Антонюк В.С. Качество шлифования зубчатых колес крупногабаритных редукторов алмазно-абразивными кругами // Сб. Качество, стандартизация, контроль: теория и практика: Материалы 17-й Международной научно-практической конференции, 04-08 сентября 2017 г., г. Одесса. – Киев: АТМ України.– 2017 – С.164 – 167.

Науковий керівник – д.т.н., проф., Антонюк В.С.